

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-298885

(P2001-298885A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 2 K 1/18  
15/02

識別記号

F I

H 0 2 K 1/18  
15/02

テマコード (参考)

C 5 H 0 0 2  
G 5 H 6 1 5

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-113583 (P2000-113583)

(22) 出願日 平成12年4月14日 (2000. 4. 14)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 藤田 暢彦

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 原田 佳浩

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100057874

弁理士 曾我 道照 (外6名)

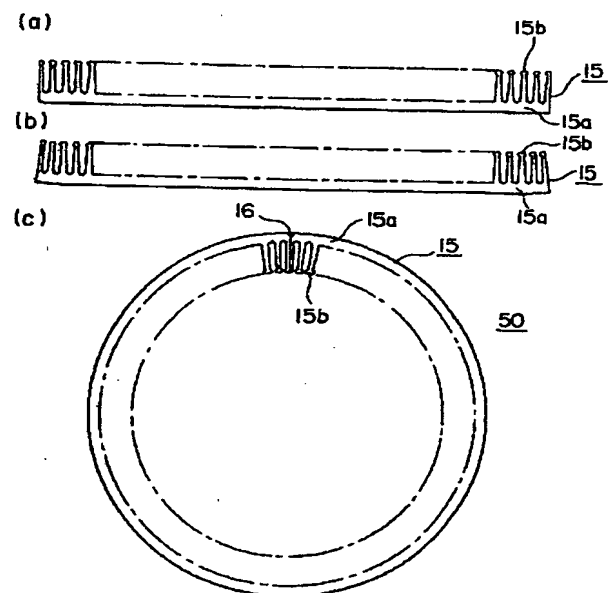
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の鉄心及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができる回転電機の鉄心及びその製造方法を得る。

【解決手段】 帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部15aと鉄心基部15aから略径方向に突出した複数のティース部15bとを有し、隣り合うティース部15b間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心50であって、鉄心は、略直方体状の積層体15の両端部を該鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げ、さらに積層体15の全体をティース部15bの先端が該鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材73に巻き付けて円筒状に成形し、両端部を接合して作製される。



50 : 鉄心  
15a : コアバック部  
15b : ティース部

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と該鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合う該ティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心であって、

前記鉄心は、略直方体状の積層体の両端部を該鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げ、さらに前記積層体の全体を前記ティース部の先端が該鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形し、両端部を接合して作製されることを特徴とする回転電機の鉄心。

【請求項 2】 前記積層体の前記鉄心基部の両端部は、他の部分より剛性が小さくされていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の鉄心。

【請求項 3】 前記積層体の前記鉄心基部の両端部は、径方向厚みを小さくするように薄肉にされた薄肉部が設けられて剛性が小さくされていることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の鉄心。

【請求項 4】 前記薄肉部に鉄心基部周端径が他の部分と同じになるように埋める埋部材が溶接されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機の鉄心。

【請求項 5】 前記積層体の前記鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端径が端に向かうほど小さくなるように形成されて剛性が小さくされていることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の鉄心。

【請求項 6】 前記積層体の前記鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端側に少なくとも 1 つのノッチが設けられて剛性が小さくされていることを特徴とする請求項 2 記載の回転電機の鉄心。

【請求項 7】 前記鉄心は、1 つの前記略直方体状の積層体が曲げられて形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の回転電機の鉄心。

【請求項 8】 帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と該鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合う該ティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心の製造方法であって、

略直方体状の積層体の両端部を該鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げる端部曲げ工程と、

前記積層体の全体を前記ティース部の先端が該鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、

前記積層体の両端部を接合する接合工程とを備えたことを特徴とする回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 9】 前記端部曲げ工程は、前記鉄心基部側に配された第 1 の固定治具と前記ティース部側に配された第 2 の固定治具とで前記積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、前記第 2 の固定治具の端部の前記ティース部側には、端に向かうほど前記ティース部から離

れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、前記積層体の端部を前記ティース部の突出方向に押圧治具で押圧して曲げることを特徴とする請求項 8 記載の回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 10】 前記端部曲げ工程は、前記鉄心基部側に配された第 1 の固定治具と前記ティース部側に配された第 2 の固定治具とで前記積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、前記第 2 の固定治具の端部の前記ティース部側には、端に向かうほど前記ティース部から離れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、前記積層体の端部の鉄心基部側の角部に断面 L 字形の密着治具を密着させ、該密着治具で前記積層体の端部を前記ティース部側に巻き込むように曲げることを特徴とする請求項 8 記載の回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 11】 前記鉄心は、1 つの前記略直方体状の積層体が曲げられて形成され、前記全体曲げ工程は、前記積層体の中央部を挟持し端から所定の長さの両端部を円筒形の芯部材に巻き付けて曲げる第 1 の全体曲げ工程と、

前記第 1 の全体曲げ工程で曲げられた湾曲部を挟持し残りの中央部を芯部材に巻き付けて曲げる第 2 の全体曲げ工程とを有することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか記載の回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 12】 帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と該鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合う該ティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心の製造方法であって、

前記積層体の中央部を前記ティース部の先端が該鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、

前記全体曲げ工程で曲げられた前記積層体を端部を除いて内外周で挟持し、前記積層体の端部を内周側に押圧あるいは巻き込みによって曲げる端部曲げ工程と、

前記積層体の両端部を接合する接合工程とを備えたことを特徴とする回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 13】 少なくとも前記全体曲げ工程の前に、前記略直方体状の積層体の前記スロットに前記巻線を収納する工程を有し、前記全体曲げ工程は該巻線を収納したまま行われることを特徴とする請求項 8 乃至 12 のいずれか記載の回転電機の鉄心の製造方法。

【請求項 14】 前記全体曲げ工程は、前記積層体の前記鉄心基部の少なくとも一部が両側面から摺動可能にガイドされながら行われることを特徴とする請求項 8 乃至 13 のいずれか記載の回転電機の鉄心の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転電機の鉄心に関し、特に鋼板が積層されてなる回転電機の鉄心及びその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図21は、例えば特開昭48-9201号公報に記載された従来の回転電機の鉄心される積層体の斜視図である。図22は、積層体の鉄心を円筒形の芯部材に巻き付けて成形する様子を示す図である。図23は、成形した鉄心の両端部を接合する様子を示す図である。積層体5は、打ち抜き加工して鉄心基部5a及び等分間隔で複数のティース部5bを有する直線で帯状の磁性板が所定の枚数積層されて製造されている。そして、略直方体状に積層された積層体5は、図示しない巻線を巻装された後、円筒形の芯部材9に巻き付けられて円筒状に成形され、両端部を付き合わせた当接部10を溶接されて接合される。

【0003】このような構成の従来の回転電機の鉄心においては、上述のように、帯状の磁性板に巻線を収納するスロットを複数形成したのち積層して略直方体状の積層体5とし、円筒形の芯部材9に巻き付けて円筒状に成形し、両端部を接合して形成する。

【0004】このような従来の回転電機の鉄心40は、最初から円筒鉄心とされていることがなく、略直方体状の積層体5に図示しない巻線を巻装することで巻線作業が容易となる。また、巻線を巻装してから積層体5を湾曲させるため、湾曲させる前にくらべ、湾曲させた後のスロットの断面積が小さくなり巻線を高密度に配置できるという利点がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】一方、このような構成の従来の回転電機の鉄心40においては、略直方体状の積層体5を円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形するときに、両端部付近が他の部分よりも曲がり小さく形成され、端部どうしの接合面が一致せず、うまく接合できない。すなわち、当接部10付近の曲がり不十分となり、円周方向全体に渡って曲率半径が均一とならないため、接合面が一致せず、うまく接合できないといった問題があった。また、この当接部10を強制的に一致させて接合すると鉄心の真円度が悪化する問題があった。

【0006】さらに、このような構成の従来の回転電機の鉄心40においては、円筒形の芯部材9に巻き付けて円筒状に成形するときに、図24に示すように波形変形が発生してしまう問題があった。また、略直方体状の積層体5の両端部の曲げ剛性が高く、端部を曲げるときの曲げ力が大きくなり、ティース部5bが座屈する問題があった。

【0007】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、波形変形の発生を防止することができ、ティース部の座屈あるいは変形を防止することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることを可能とし、空隙の磁気抵抗が小さくする

ことができ、回転電機の出力を増加することができる回転電機の鉄心及びその製造方法を得ることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1の回転電機の鉄心は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心であって、鉄心は、略直方体状の積層体の両端部を鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げ、さらに積層体の全体をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形し、両端部を接合して作製される。

【0009】この発明の請求項2の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、他の部分より剛性が小さくされている。

【0010】この発明の請求項3の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、径方向厚みを小さくするように薄肉にされた薄肉部が設けられて剛性が小さくされている。

【0011】この発明の請求項4の回転電機の鉄心は、薄肉部に鉄心基部周端径が他の部分と同じになるように埋める埋部材が溶接されている。

【0012】この発明の請求項5の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端径が端に向かうほど小さくなるように形成されて剛性が小さくされている。

【0013】この発明の請求項6の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端側に少なくとも1つのノッチが設けられて剛性が小さくされている。

【0014】この発明の請求項7の回転電機の鉄心は、1つの略直方体状の積層体が曲げられて形成されている。

【0015】この発明の請求項8の回転電機の鉄心の製造方法は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心の製造方法であって、略直方体状の積層体の両端部を鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げる端部曲げ工程と、積層体の全体をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、積層体の両端部を接合する接合工程とを備えている。

【0016】この発明の請求項9の回転電機の鉄心の製造方法は、端部曲げ工程は、鉄心基部側に配された第1の固定治具とティース部側に配された第2の固定治具とで積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、第

2の固定治具の端部のティース部側には、端に向かうほどティース部から離れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、積層体の端部をティース部の突出方向に押圧治具で押圧して曲げる。

【0017】この発明の請求項10の回転電機の鉄心の製造方法は、端部曲げ工程は、鉄心基部側に配された第1の固定治具とティース部側に配された第2の固定治具とで積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、第2の固定治具の端部のティース部側には、端に向かうほどティース部から離れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、積層体の端部の鉄心基部側の角部に断面L字形の密着治具を密着させ、密着治具で積層体の端部をティース部側に巻き込むように曲げる。

【0018】この発明の請求項11の回転電機の鉄心の製造方法は、鉄心は、1つの略直方体状の積層体が曲げられて形成され、全体曲げ工程は、積層体の中央部を挟持し端から所定の長さの両端部を円筒形の芯部材に巻き付けて曲げる第1の全体曲げ工程と、第1の全体曲げ工程で曲げられた湾曲部を挟持し残りの中央部を芯部材に巻き付けて曲げる第2の全体曲げ工程とを有する。

【0019】この発明の請求項12の回転電機の鉄心の製造方法は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々形成されている回転電機の鉄心の製造方法であって、積層体の中央部をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、全体曲げ工程で曲げられた積層体を端部を除いて内外周で挟持し、積層体の端部を内周側に押圧あるいは巻き込みによって曲げる端部曲げ工程と、積層体の両端部を接合する接合工程とを備えている。

【0020】この発明の請求項13の回転電機の鉄心の製造方法は、少なくとも全体曲げ工程の前に、略直方体状の積層体のスロットに巻線を収納する工程を有し、全体曲げ工程は巻線を収納したまま行われる。

【0021】この発明の請求項14の回転電機の鉄心の製造方法は、全体曲げ工程は、積層体の鉄心基部の少なくとも一部が両側面から摺動可能にガイドされながら行われる。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、本発明の回転電機の鉄心の作製工程を示す図であり、図1の

(a)は、略直方体状の積層体の側面図、図1の(b)は、両端部が曲げられた積層体の側面図、図1の(c)は、両端部が接合され円筒状の鉄心とされた積層体の側面図である。積層体15は、まず始めに、従来と同じように打ち抜き加工して鉄心基部15a及び複数のティース部15bを有する直線で帯状の磁性板が所定の枚数積層され、図1の(a)に示されるような略直方体状の積

層体15が製造される。

【0023】次に、この積層体15は、図1の(b)に示されるように、略直方体状の積層体15の両端部をティース部15bの先端が中心に指向するように所定の曲率で曲げられる(端部曲げ工程)。このときの所定の曲率とは、最終的な円筒形の鉄心50か、あるいは全体曲げ後の鉄心の曲率に近いものである。

【0024】そして最後に、図1の(c)に示されるように、積層体15の全体が、ティース部15bの先端が内周側を向くように図示しない円筒形の芯部材に巻き付けられて円筒状に成形され(全体曲げ工程)、積層体15の両端部の当接するところである接合部16がレーザー溶接あるいは電子ビーム溶接によって溶接されて接合される(接合工程)。

【0025】そして、最終的に積層体15は、円筒状の鉄心基部15aとこの鉄心基部15aから軸心方向に突出した複数のティース部15bとを有し、隣り合うティース部15b間に巻線を収納するためのスロットが各々形成された鉄心50となる。

【0026】このように構成された回転電機の鉄心50においては、略直方体状の積層体15の端部を端部曲げ工程にて曲げ、その後に全体曲げ工程にて円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形することで円周方向全体に渡って鉄心の曲がりを均一とすることができ円筒形の鉄心50の真円度が向上する。そして、鉄心50の真円度が向上することにより、鉄心50に対向して配置される磁性部材との隙間を小さくすることが可能となり、隙間の磁気抵抗を小さくすることができるので、回転電機の出力を向上させることが可能となる。

【0027】実施の形態2. 図2は、本発明の回転電機の鉄心の他の例を示す要部の側面図である。本実施の形態の積層体115においては、鉄心基部15aの両端部の外周側の肉を削るようにして削除し、鉄心基部15aの外径を小さくするように薄肉にされた薄肉部15cが設けられて両端部の剛性が小さくされている。図2では、片側のみが示されているが、薄肉部15cは積層体115の両端部に設けられている。その他の構成は、実施の形態1と同様である。

【0028】このように構成された回転電機の鉄心においては、略直方体状の積層体115の両端部に薄肉部15cが設けられて曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減されるので、ティース部15bの座屈や変形を起こりにくくすることができる。

【0029】実施の形態3. 図3は、本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図であり、図3の(a)は、接合部付近の凹部が埋められる様子を示す側面図であり、図3の(b)は、接合部付近の凹部が埋められた後の状態を示す側面図である。上述の実施の形態2の積層体115においては、鉄心基部15aの両端部の外周側の肉が削除され、鉄心基部15aの外径を小

さくするように薄肉にされた薄肉部 15c が設けられて端部の剛性が小さくされている。

【0030】このようにして作製された鉄心 50 は、積層体 115 の両端部が接合工程によって接合された後、接合部付近の外周側に凹部が形成される。そして、一般に鉄心の鉄心基部 15a において、径方向の幅が小さくなった部分があると、その部分に規制されて磁気飽和が発生し回転電機の出力は低減する。

【0031】本実施の形態においては、このような問題を解消するために、凹部が形成されている薄肉部 15c に外径が他の部分と同じになるように埋める埋部材 17 が溶接されている。埋部材は、凹部とにびったりはまる形状をなし、両端部（接合部 16b, 16c）においてレーザー溶接あるいは電子ビーム溶接によって溶接されている。その他の構成は、実施の形態 2 と同様である。

【0032】このように構成された回転電機の鉄心 50 においては、鉄心基部 15a において径方向の幅が小さくなった部分がなくなり、磁気飽和が起こりにくくなり、回転電機の出力が向上する。また、埋部材 17 が溶接されることで鉄心の強度が向上する。

【0033】実施の形態 4. 図 4 は、本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。本実施の形態の積層体 215 においては、鉄心基部 15a の両端部が、外径が端に向かうほど小さくなるように傾斜部 15d が形成されて剛性が小さくされている。その他の構成は、実施の形態 1 と同様である。

【0034】このように構成された回転電機の鉄心 50 においては、略直方体状の積層体 215 の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減されるので、ティース部 15b の座屈や変形を起こりにくくすることができるとともに、形状が簡単なので端部の加工が容易である。

【0035】実施の形態 5. 図 5 は、本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。本実施の形態の積層体 315 においては、鉄心基部 15a の両端部が外周側に断面細溝状のノッチ 15e が設けられて剛性が小さくされている。その他の構成は、実施の形態 1 と同様である。

【0036】このように構成された回転電機の鉄心 50 においては、略直方体状の積層体 315 の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減されるので、ティース部 15b の座屈や変形を起こりにくくすることができるとともに、形状が簡単なので端部の加工が容易である。

【0037】実施の形態 6. 図 6 は、本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。本実施の形態の積層体 415 においては、鉄心基部 15a の両端部が外周側に断面三角形形状のノッチ 15f が設けられて剛性が小さくされている。その他の構成は、実施の形態 1 と同様である。

【0038】このように構成された回転電機の鉄心 50 においては、略直方体状の積層体 415 の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減されるので、ティース部 15b の座屈や変形を起こりにくくすることができるとともに、形状が簡単なので端部の加工が容易である。

【0039】実施の形態 7. 図 7 は、略直方体状の積層体の端部を曲げる様子を示す側面図である。また、図 8 は、図 7 の方法で端部を曲げる際の内部応力の分布図である。図 8 においては、色の濃い部分に大きな応力が加えられていることを示す。略直方体状の積層体 15 の両端部を曲げる 1 つの方法として、図 7 に示すように、鉄心基部 15a 側に配された第 1 の固定治具 61 とティース部 15b 側に配された第 2 の固定治具 62 とで積層体 15 を端部が所定の長さ突出するように挟持し、積層体 15 の端部の鉄心基部 15a 側に、押圧治具 71 を当接させ、積層体 15 に対して垂直方向に（ティース部 15b の突出方向に）押圧する方法がある。

【0040】しかし、この方法では、図 8 で明らかなように、湾曲させる端部側から 2 番目のティース部 15b-1 に大きな応力がかかってしまう。そのため、このような方法を用いると、2 番目のティース部 15b-1 が座屈してしまうという問題があった。

【0041】図 9 は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法を示す積層体の端部を曲げる様子を示す側面図である。本実施の形態の鉄心の製造方法においては、第 2 の固定治具 63 の端部のティース部 15b 側には、端部から 2 つめのティース部 15b が当接する付近において、端に向かうほどティース部 15b から離れるように直線状の傾斜部 63a が形成されている。そのため、湾曲させる端部側から 2 番目のティース部 15b-1 に大きな応力がかかってしまうことがなく、2 番目のティース部 15b-1 が座屈してしまうことがない。

【0042】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、積層体の全体を円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する前に、積層体の両端部を上述の方法により最終的な曲率となるように曲げて置くことで、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心 50 の真円度を向上することができ、鉄心に対向する回転子との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。

【0043】さらに、ティース部 15b の突出方向に押圧するだけ曲げることができ、装置を簡単なものとすることができる。また、傾斜部 63a によりティース部 15b の第 2 の固定部材 63 に対する当接角度を適当な角度に設定できるので、曲げるとき障害となるティース部 15b を座屈あるいは変形しにくくすることができる。

【0044】実施の形態 8. 図 10 は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法の他の例を示す積層体の端部を曲

げる様子を示す側面図である。本実施の形態の鉄心の製造方法においては、第2の固定治具6.4の端部のティース部15b側には、端部から2つめのティース部15bが当接する付近において、端に向かうほどティース部15bから離れるように円弧状の傾斜部64aが形成されている。その他の構成は、実施の形態7と同様である。

【0045】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、円弧状の傾斜部64aによりティース部15bの第2の固定部材6.4に対する当接角度をさらに適当な角度に設定できるので、曲げのとき障害となるティース部15bをさらに座屈あるいは変形しにくくすることができる。

【0046】実施の形態9. 図11は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体の端部を曲げる様子を示す工程図である。また、図12は、図11の方法で端部を曲げる際の内部応力の分布図である。図12においては、色の濃い部分に大きな応力が加えられていることを示す。本実施の形態においては、実施の形態8と同じように、第2の固定治具6.4の端部のティース部15b側には、端部から2つめのティース部15bが当接する付近において、端に向かうほどティース部15bから離れるように円弧状の傾斜部64aが形成されている。

【0047】そして、本実施の形態においては、積層体15の端部の鉄心基部15a側の角部に断面L字形の密着治具72を密着させ（図11の(a)）、この密着治具72で積層体15の端部をティース部15b側に巻き込むように曲げる（図11の(b)）。本実施の形態においては、上述の傾斜部64aと密着治具72の巻き込むような曲げ方法の効果により、図12で明らかのように、2番目のティース部15b1には、ほとんど応力がかからない。

【0048】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、円弧状の傾斜部64aによりティース部15bの第2の固定部材6.4に対する当接角度を適当な角度に設定できるので、ティース部15bを座屈しにくくすることができるとともに、密着治具72によって巻き込むように曲げるので、端部から所定の距離はなれた位置のティース部15bにかかる応力を減らしつつ積層体15の曲がり部に曲げモーメントを加えることができるので、ティース部15bをさらに座屈しにくくすることができる。

【0049】実施の形態10. 図13は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。本実施の形態においては、まず、図13の(a)に示されるように、実施の形態8の方法により、積層体15の両端部がティース部15bの先端が中心に指向するように所定の曲率で曲げられる（端部曲げ工程）。次に、図13の(b)に示されるように、積層体15の中央部が挟持され、端から

各々1/4の長さの両端部が、円筒形の芯部材73に巻き付けられて曲げられる（第1の全体曲げ工程）。

【0050】次に、図13の(c)に示されるように、第1の全体曲げ工程で曲げられた1/4湾曲部の片方が挟持され、残りの湾曲されてない中央部が、芯部材73に巻き付けられて曲げられる（第2の全体曲げ工程）。その後、図13の(d)に示されるように、当接した積層体の両端部がレーザー溶接あるいは電子ビーム溶接によって溶接されて接合される（接合工程）。

【0051】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、中央部の広い範囲を挟持するので端部の芯部材への巻き付けを容易とすることができる。

【0052】実施の形態11. 図14は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。本実施の形態においては、最初に積層体15の端部が曲げられることがない。本実施の形態においては、実施の形態10の図13の(b)及び図13の(c)に示される手順により、まず、積層体15の全体が湾曲される（全体曲げ工程）。

【0053】次に、図14の(a)に示されるように、上述の全体曲げ工程で曲げられた積層体15を端部を除いて内外周の全体で挟持し、積層体15の端部の鉄心基部15a側の角部に断面L字形の密着治具72を密着させ、密着治具72で積層体15の端部をティース部15b側に巻き込むように曲げる（端部曲げ工程）。その後、図14の(b)及び図14の(c)に示されるように、積層体の両端部を当接させてレーザー溶接あるいは電子ビーム溶接によって溶接する（接合工程）。

【0054】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する回転子との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。また、端部を曲げる時に積層体を端部以外の内外周で挟持するで支持が確実となり、ティース部15bの座屈をさらに低減することができる。

【0055】実施の形態12. 図15は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す工程図である。図16は、図15の(a)の巻線を取納する工程をさらに詳しく示す図である。本実施の形態においては、実施の形態1の全体曲げ工程の前に、図15の(a)に示されるように、略直方体状の積層体15のスロットに巻線80を取納する工程を有する（巻線取納工程）。この巻線取納工程においては、図16に示されるように、巻線80と積層体15の間にインシュレータ81が挟まれて巻線80とともに取納される。そして、その後、実施の形態1と同様に、全体曲げ工程と接合工程が行われるが、両工程とも巻線80を取納したまま行われる。

【0056】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する回転子との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。また、略直方体状の積層体15に巻線80を収納するので収納作業が容易であり、さらに曲げたときにスロット部の断面積が小さくなることで巻線のスロット内の占積率を上げることができ、回転電機の出力を向上することができる。

【0057】尚、上述の巻線収納工程は、実施の形態1乃至実施の形態11のどの方法においても、全体曲げ工程の前に組み込むことができ、その後の工程において巻線80を収納したまま行うことができる。

【0058】実施の形態13. 図17は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す斜視図である。本実施の形態においては、全体曲げ工程が、積層体15の鉄心基部15aの両側面から摺動可能にガイドすることができる成形治具74によって行われる。成形治具74の両端に形成されたフランジ部74aは、鉄心基部15aの両側面に微小な隙間をもって当接し摺動可能にガイドする。

【0059】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、成形治具74のフランジ部74aは、積層体15を積層方向に変形不可能なようにガイドするので積層体15の波形変形を低減することができる。

【0060】尚、本実施の形態の成形治具は、実施の形態1乃至実施の形態12の全体曲げ工程において用いることができる。

【0061】実施の形態14. 図18は、本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す作製工程を示す図であり、図18の(a)は、略直方体状の積層体の側面図、図18の(b)は、両端部が曲げられた積層体の側面図、図18の(c)は、両端部が接合され円筒状の鉄心とされた積層体の側面図である。

【0062】本実施の形態の回転電機の鉄心は、例えばモータの回転子に用いられる鉄心90であり、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部15aと鉄心基部15aから外方に放射状に突出した複数のティース部15bとを有し、隣り合うティース部15b間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている。

【0063】積層体15は、まず始めに、従来と同じように打ち抜き加工して鉄心基部15a及び複数のティース部15bを有する直線で帯状の磁性板が所定の枚数積層され、図18の(a)に示されるような略直方体状の積層体15が製造される。

【0064】次に、この積層体15は、図18の(b)に示されるように、略直方体状の積層体15の両端部をティース部15bの先端が放射状に所定の間隔で広がるように所定の曲率で曲げられる(端部曲げ工程)。この

ときの所定の曲率とは、最終的な円筒形の鉄心90か、あるいは全体曲げ後の鉄心の曲率に近いものである。

【0065】そして最後に、図18の(c)に示されるように、積層体15の全体が、ティース部15bの先端が外周側を向くように図示しない円筒形の芯部材に巻き付けられて円筒状に成形され(全体曲げ工程)、積層体15の両端部の当接するところである接合部がレーザー溶接あるいは電子ビーム溶接によって溶接されて接合される(接合工程)。

10 【0066】このように構成された回転電機の鉄心90においては、略直方体状の積層体15の端部を端部曲げ工程にて曲げ、その後全体曲げ工程にて円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形することで円周方向全体に渡って鉄心の曲がりを均一とすることができ円筒形の鉄心90の真円度が向上する。そして、鉄心90の真円度が向上することにより、鉄心90に対向して配置される磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となり、空隙の磁気抵抗を小さくすることができるので、回転電機の出力を向上させることが可能となる。

20 【0067】実施の形態15. 図19は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。本実施の形態は、実施の形態14の鉄心90の作製方法のうち、実施の形態11に対応する作製方法を実施するものである。本実施の形態においては、最初に積層体15の端部が曲げられることがない。本実施の形態においては、実施の形態10の図13の(b)及び図13の(c)に示される手順により、まず、積層体15の全体が湾曲される(全体曲げ工程)。

30 【0068】次に、図19に示されるように、上述の全体曲げ工程で曲げられた積層体15を端部を除いて内外周の全体で挟持し、積層体15の端部のティース部15b側の角部に断面L字形の密着治具72を密着させ、密着治具72で積層体15の端部を鉄心基部15a側に巻き込むように曲げる(端部曲げ工程)。

40 【0069】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。また、端部を曲げる時に積層体を端部以外の内外周で挟持するで支持が確実となり、ティース部15bの座屈をさらに低減することができる。

50 【0070】実施の形態16. 図20は、この発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す斜視図である。本実施の形態は、実施の形態14の鉄心90の作製方法のうち、実施の形態13に対応する作製方法を実施するものである。本実施の形態においては、全体曲げ工程が、積層体15の鉄心基

部15aの両側面から摺動可能にガイドすることができる成形治具75によって行われる。成形治具75の両端に形成されたフランジ部75aは、鉄心基部15aの両側面に微小な隙間をもって当接し摺動可能にガイドする。

【0071】このような回転電機の鉄心の製造方法においては、成形治具75のフランジ部75aは、積層体15を積層方向に変形不可能なようにガイドするので積層体15の波形変形を低減することができる。

#### 【0072】

【発明の効果】この発明の請求項1の回転電機の鉄心は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心であって、鉄心は、略直方体状の積層体の両端部を鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げ、さらに積層体の全体をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形し、両端部を接合して作製される。そのため、積層体の全体を円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する前に、積層体の両端部を最終的な曲率となるように曲げて置くことで、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。

【0073】この発明の請求項2の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、他の部分より剛性が小さくされている。そのため、略直方体状の積層体の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減され、鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度をさらに向上することができる。

【0074】この発明の請求項3の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、径方向厚みを小さくするように薄肉にされた薄肉部が設けられて剛性が小さくされている。そのため、略直方体状の積層体の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減され、鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度をさらに向上することができる。

【0075】この発明の請求項4の回転電機の鉄心は、薄肉部に鉄心基部周端径が他の部分と同じになるように埋める埋部材が溶接されている。そのため、略直方体状の積層体の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減され、鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度をさらに向上することができるとともに、径方向に陥没している陥没部を埋部材で埋めることにより、径方向の幅が小さくなった部分がなくなり、磁気飽和が起こりにくくなり、回転電機の出力を向上することができる。また、埋部材が溶接

されることで鉄心の強度が向上する。

【0076】この発明の請求項5の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端径が端に向かうほど小さくなるように形成されて剛性が小さくされている。そのため、略直方体状の積層体の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減され、鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度をさらに向上することができるとともに、鉄心基部の両端部の形状が簡単なので端部の加工が容易である。

【0077】この発明の請求項6の回転電機の鉄心は、積層体の鉄心基部の両端部は、鉄心基部周端側に少なくとも1つのノッチが設けられて剛性が小さくされている。そのため、略直方体状の積層体の両端部が曲がりやすくなり、両端部を曲げるときの曲げ力が低減され、鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度をさらに向上することができるとともに、剛性が小さくするための形状が簡単なので端部の加工が容易である。

【0078】この発明の請求項7の回転電機の鉄心は、1つの略直方体状の積層体が曲げられて形成されている。そのため、略直方体状の積層体が一つなので接合する工程が一回で済み、また、接合箇所が少ないので鉄心の強度を向上させることができる。

【0079】この発明の請求項8の回転電機の鉄心の製造方法は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心の製造方法であって、略直方体状の積層体の両端部を鉄心基部が所定の曲率を有するように曲げる端部曲げ工程と、積層体の全体をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、積層体の両端部を接合する接合工程とを備えている。そのため、積層体の全体を円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する前に、積層体の両端部を最終的な曲率となるように曲げておくことで、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。

【0080】この発明の請求項9の回転電機の鉄心の製造方法は、端部曲げ工程は、鉄心基部側に配された第1の固定治具とティース部側に配された第2の固定治具とで積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、第2の固定治具の端部のティース部側には、端に向かうほどティース部から離れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、積層体の端部をティース部の突出方向に押圧治具で押圧して曲げる。そのため、ティース部



の突出方向に押圧するだけ曲げることができ、装置を簡単なものとするができる。また、傾斜部によりティース部の第2の固定部材に対する当接角度を適当な角度に設定できるので、ティース部を座屈しにくくすることができる。

【0081】この発明の請求項10の回転電機の鉄心の製造方法は、端部曲げ工程は、鉄心基部側に配された第1の固定治具とティース部側に配された第2の固定治具とで積層体を端部が所定の長さ突出するように挟持し、第2の固定治具の端部のティース部側には、端に向かうほどティース部から離れるように円弧状あるいは直線状の傾斜部が形成され、積層体の端部の鉄心基部側の角部に断面L字形の密着治具を密着させ、密着治具で積層体の端部をティース部側に巻き込むように曲げる。そのため、傾斜部によりティース部の第2の固定部材に対する当接角度を適当な角度に設定できるので、ティース部を座屈しにくくできるとともに、巻き込むように曲げるので、端部から所定の距離はなれた位置のティースにかかる応力を減らしつつ積層体の曲がり部に曲げモーメントを加えることができるので、ティース部をさらに座屈しにくくすることができる。

【0082】この発明の請求項11の回転電機の鉄心の製造方法は、鉄心は、1つの略直方体状の積層体が曲げられて形成され、全体曲げ工程は、積層体の中央部を挟持し端から所定の長さの両端部を円筒形の芯部材に巻き付けて曲げる第1の全体曲げ工程と、第1の全体曲げ工程で曲げられた湾曲部を挟持し残りの中央部を芯部材に巻き付けて曲げる第2の全体曲げ工程とを有する。そのため、略直方体状の積層体が一つなので接合する工程が一回で済み、また、接合箇所が少ないので鉄心の強度を向上させることができる。また、中央部の広い範囲を挟持するので端部の芯部材への巻き付けを容易とすることができる。

【0083】この発明の請求項12の回転電機の鉄心の製造方法は、帯状の磁性板を積層してなり、円筒状の鉄心基部と鉄心基部から略径方向に突出した複数のティース部とを有し、隣り合うティース部間に巻線を収納するためのスロットが各々成形されている回転電機の鉄心の製造方法であって、積層体の中央部をティース部の先端が鉄心基部から突出するように円筒形の芯部材に巻き付けて円筒状に成形する全体曲げ工程と、全体曲げ工程で曲げられた積層体を端部を除いて内外周で挟持し、積層体の端部を内周側に押圧あるいは巻き込みによって曲げる端部曲げ工程と、積層体の両端部を接合する接合工程とを備えている。そのため、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。また、端部を曲げる時に積層体を端部以外

の内外周で挟持するで支持が確実となり、ティース部の座屈をさらに低減することができる。

【0084】この発明の請求項13の回転電機の鉄心の製造方法は、少なくとも全体曲げ工程の前に、略直方体状の積層体のスロットに巻線を収納する工程を有し、全体曲げ工程は巻線を収納したまま行われる。そのため、円周方向全体に渡って鉄心の曲率を容易に均一にすることができ、円筒状の鉄心の真円度を向上することができ、鉄心に対向する磁極または磁石との隙間を小さくすることが可能となるので、空隙の磁気抵抗が小さくなり、回転電機の出力を増加することができる。また、略直方体状の積層体に巻線を収納するので収納作業が容易であり、さらに曲げたときにスロット部の断面積が小さくなることで巻線のスロット内の占積率を上げることができ、回転電機の出力を向上することができる。

【0085】この発明の請求項14の回転電機の鉄心の製造方法は、全体曲げ工程は、積層体の鉄心基部の少なくとも一部が両側面から摺動可能にガイドされながら行われる。そのため、積層方向に変形不可能なようにガイドされているので積層体の波形変形を低減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の回転電機の鉄心の作製工程を示す図であり、図1の(a)は、略直方体状の積層体の側面図、図1の(b)は、両端部が曲げられた積層体の側面図、図1の(c)は、両端部が接合され円筒状の鉄心とされた積層体の側面図である。

【図2】 本発明の回転電機の鉄心の他の例を示す要部の側面図である。

【図3】 本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図であり、図3の(a)は、接合部付近の凹部が埋められる様子を示す側面図であり、図3の(b)は、接合部付近の凹部が埋められた後の状態を示す側面図である。

【図4】 本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。

【図5】 本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。

【図6】 本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す要部の側面図である。

【図7】 端部曲げ工程にて略直方体状の積層体の端部を曲げる様子を示す側面図である。

【図8】 図7の方法で端部を曲げる際の内部応力の分布図である。

【図9】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法を示す積層体の端部を曲げる様子を示す側面図である。

【図10】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法の他の例を示す積層体の端部を曲げる様子を示す側面図である。

【図11】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさら

に他の例を示す積層体の端部を曲げる様子を示す工程図である。

【図12】 図11の方法で端部を曲げる際の内部応力の分布図である。

【図13】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。

【図14】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。

【図15】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す工程図である。

【図16】 図15の(a)の巻線を収納する工程をさらに詳しく示す図である。

【図17】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す斜視図である。

【図18】 本発明の回転電機の鉄心のさらに他の例を示す作製工程を示す図であり、図18の(a)は、略直方体状の積層体の側面図、図18の(b)は、両端部が曲げられた積層体の側面図、図18の(c)は、両端部が接合され円筒状の鉄心とされた積層体の側面図であ

る。

【図19】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を順次曲げる様子を示す工程図である。

【図20】 本発明の回転電機の鉄心の製造方法のさらに他の例を示す積層体を曲げる様子を示す斜視図である。

【図21】 従来の回転電機の鉄心となる略直方体状の積層体の斜視図である。

10 【図22】 積層体の鉄心を円筒形の芯部材に巻き付けて成形する様子を示す図である。

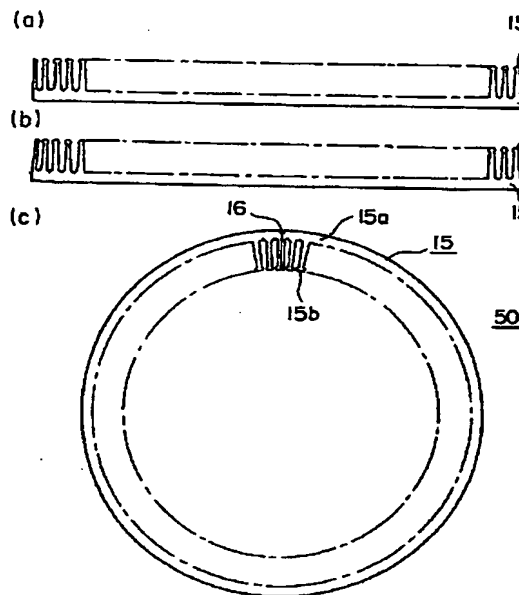
【図23】 円筒状に成形した鉄心の両端部を接合する様子を示す図である。

【図24】 積層体を湾曲させる際、鉄心が波打つように変形してしまう様子を示す斜視図である。

#### 【符号の説明】

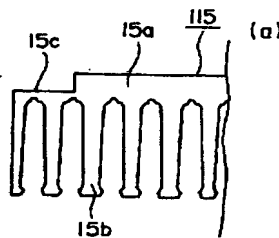
15a 鉄心基部、15b ティース部、15c 薄肉部、15e、15f ノッチ、17 埋部材、50 鉄心、61 第1の固定治具、63、64 第2の固定治具、63a 直線状の傾斜部、64a 円弧状の傾斜部、71 押圧治具、72 密着治具、73 円筒形の芯部材。

【図1】

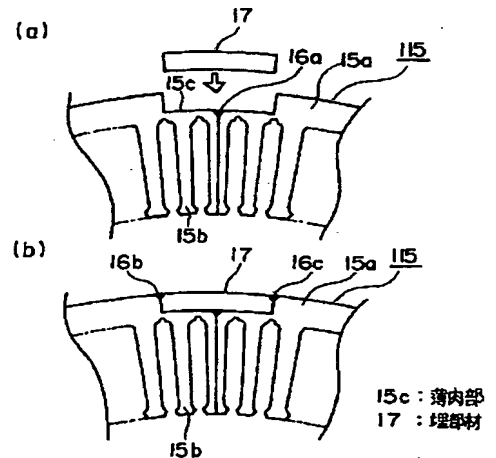


50 : 鉄心  
15a : コアバック部  
15b : ティース部

【図2】

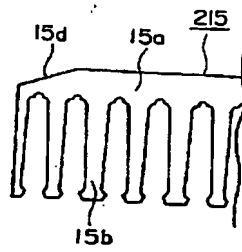


【図3】

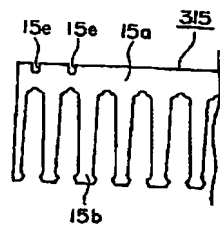


15c : 薄肉部  
17 : 埋部材

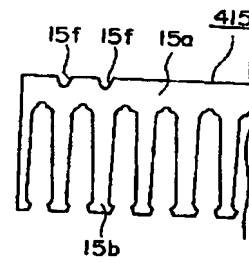
【図 4】



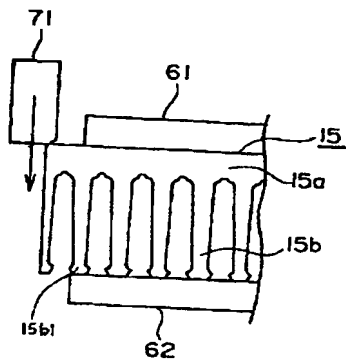
【図 5】



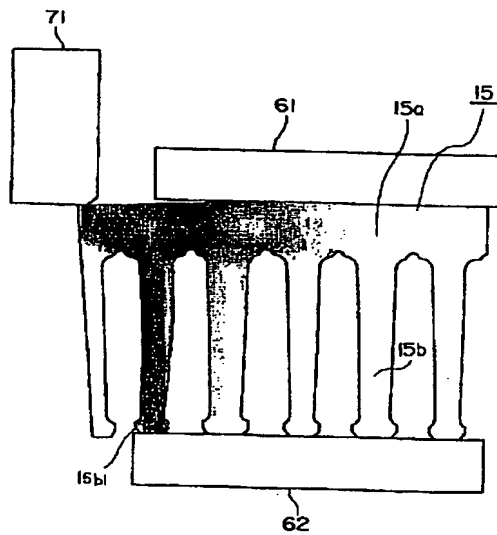
【図 6】



【図 7】



【図 8】

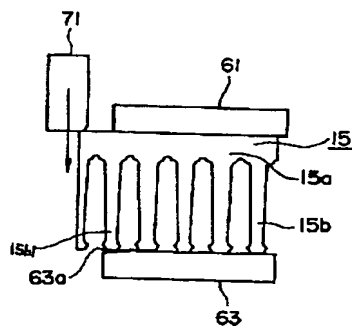


SEOV (AVG)  
Power Graphics  
EPACEF=1  
AVRES=Met  
DMX =1.039  
SMN =.328E-12  
SMX =646.963

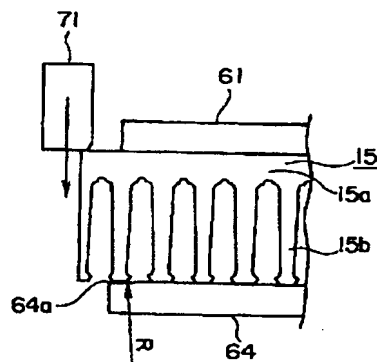
|     |
|-----|
| 0   |
| 40  |
| 80  |
| 120 |
| 160 |
| 200 |
| 240 |
| 280 |
| 320 |
| 360 |

圧力 (MPa)

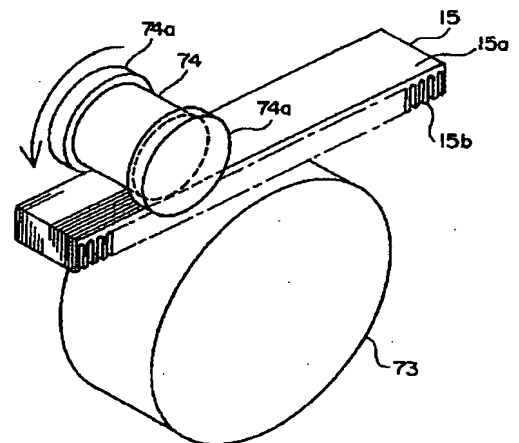
【図 9】



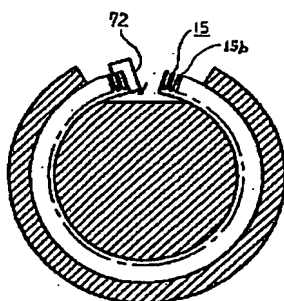
【図 10】



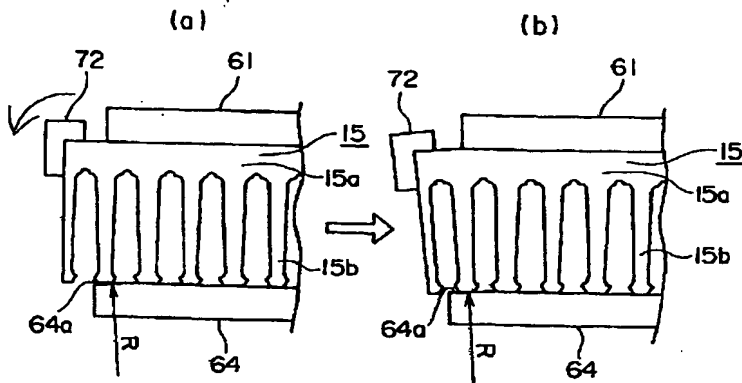
【図 17】



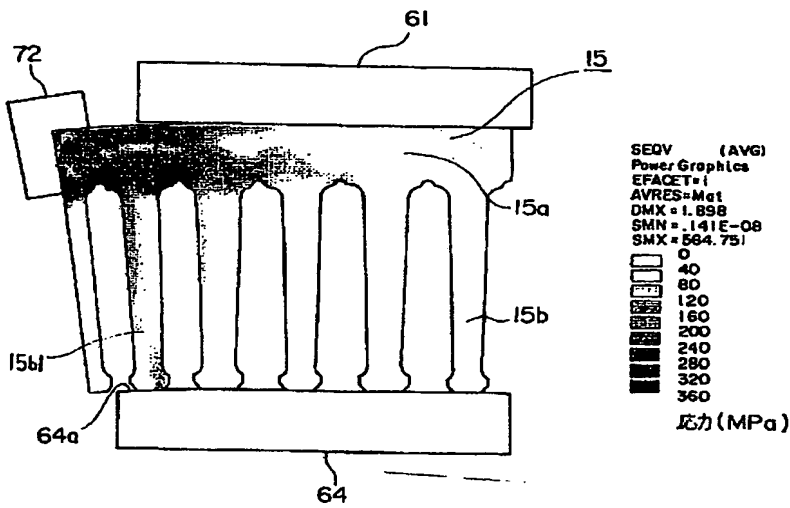
【図 19】



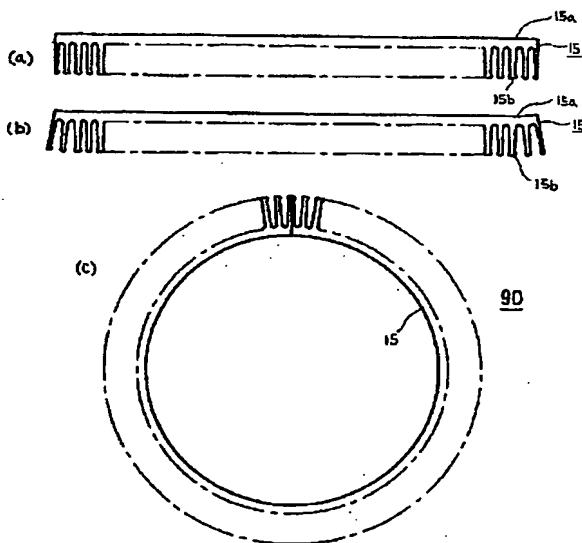
【図11】



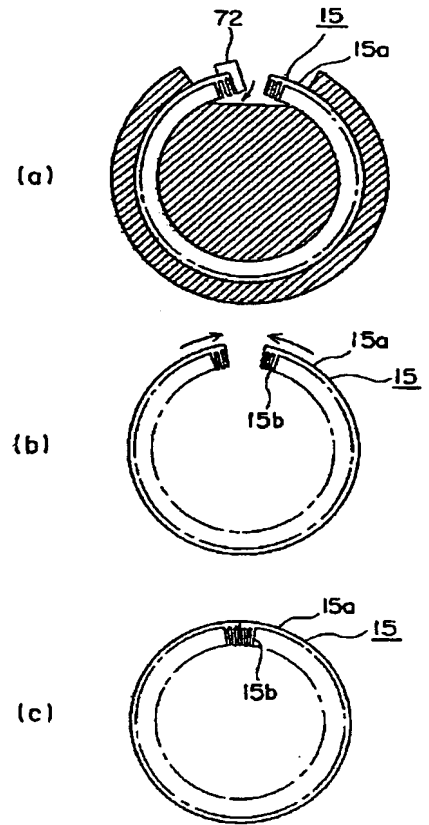
【図12】



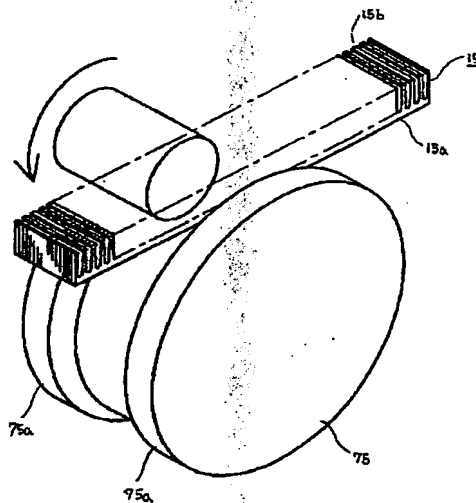
【図18】



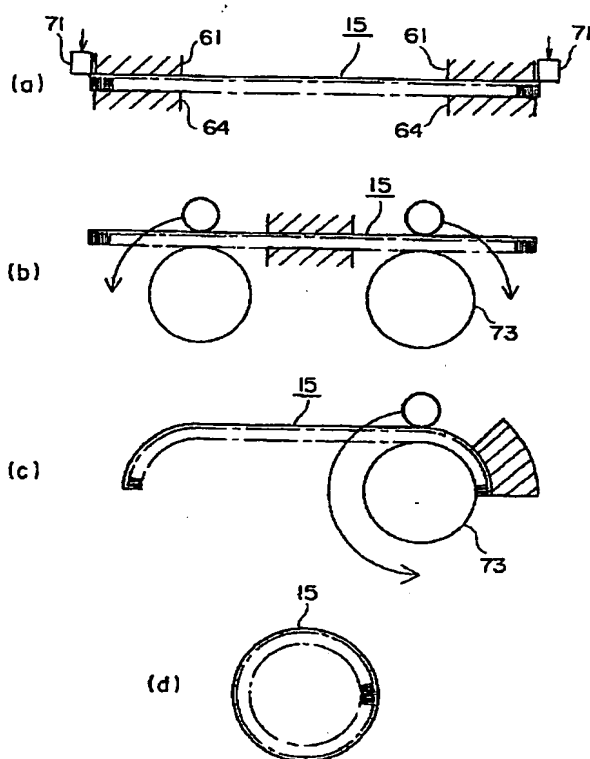
【図14】



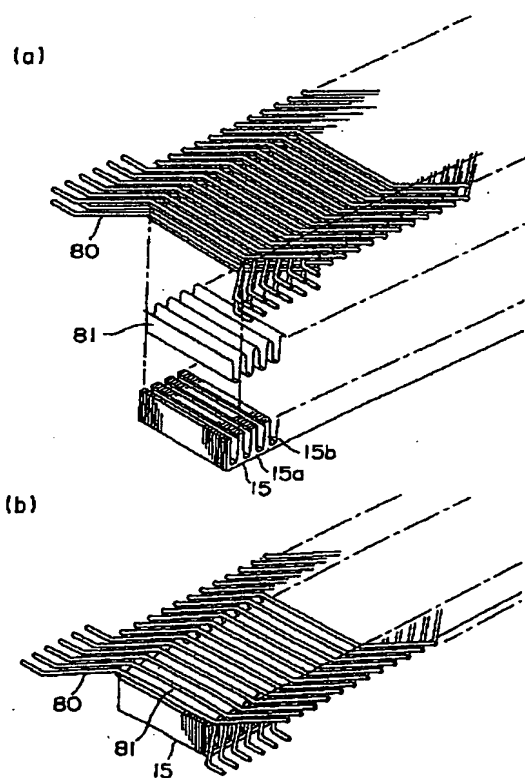
【図20】



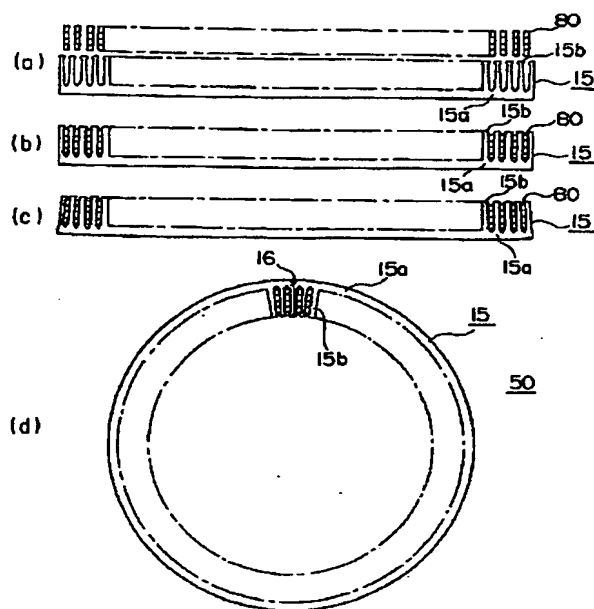
【図13】



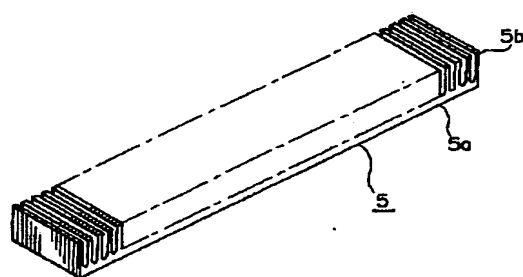
【図16】



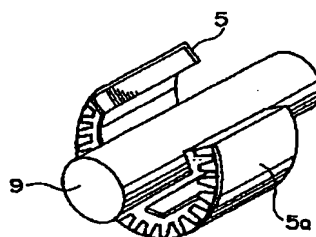
【図15】



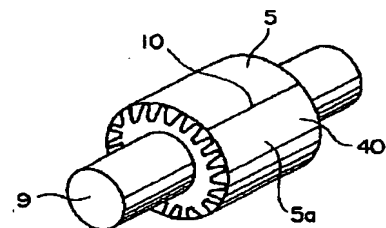
【図21】



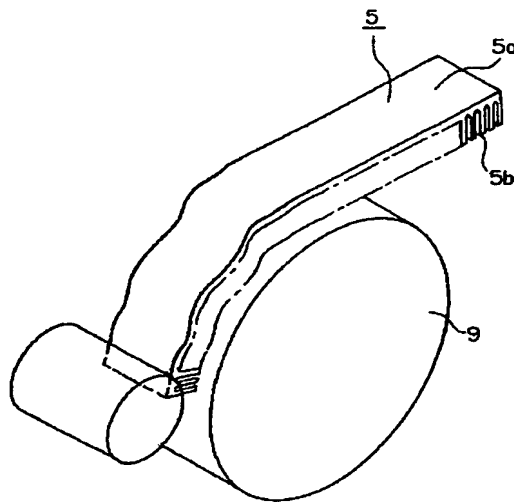
【図22】



【図23】



【図24】



---

フロントページの続き

(72)発明者 桶谷 直弘  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 足立 克己  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H002 AA01 AA07 AA08 AC02  
5H615 AA01 PP01 PP02 PP08 SS04  
SS05 SS17